STATENS BYGGE-OG
EIENDOMSDIREKTORAT
18328*10.11.80

NESNA PEDAGOGISKE HØGSKOLE
NYBYGG

Supplerende grunnundersøkelser.

Fundamenteringsvurdering.

o.3194-2 7. november 1980

Innhold:

1. Innledning
2. Utførte undersøkelser
3. Resultater
4. Fundamenteringsvurdering
5. Konklusjon

Bilag:

1. Situasjonsplan
2. Profil IV m/resultater fra vingeboring

Tillegg:

I. Markundersøkelser

1. INNLEDNING.

Etter anmodning av Statens Bygge- og Eiendomsdirektorat ved brev av 10. juli 1980 har vi utført supplerende grunnundersøkelser for utvidelse av Nesna Pedagogiske Høgskole.

Vi har tidligere utført orienterende grunnundersøkelser på tomteområdet. For resultater og vurderinger av foreløpige planer vises til vår rapport o.3194 datert 8. februar 1980.

Formålet med de supplerende undersøkelser var å bedre kartleggingen av grunnens styrke for å oppnå en fundamenteringsmessig best mulig utnyttelse av de stedlige grunnforhold.

I denne rapport presenteres resultatene fra vingeboringene samt gis en fundamenteringsvurdering av det endelige prosjekt.

2. UTFØRTE UNDERSØKELSER.

De supplerende boringer er utført i tiden 19. - 22. august 1980, og omfatter vingeboringer i 3 stasjoner fordelt langs byggets lengdeakse. Avlesning av udrenert skjærstyrke er utført for hver 0,5 meter fra dybde 2,5 til 6,0 meter og videre for hver meter til maksimalt 12 meter under terreng.

Vingeboring er en metode for bestemmelse av udrenert skjærstyrke av leire direkte i marken (in-situ). En generell beskrivelse av undersøkelsesmetoden er gitt i tillegg I.

Beliggenheten av vingeborpunktene fremgår av bilag 1 hvor også de tidligere borpunkter er inntegnet.

Vingeborresultatene er gitt i profil IV i bilag 2, hvor også er tatt med en forenklet jordartsbeskrivelse på grunnlag av prøvetakingene i borpunktene 6 og 12, og indikert en tilnærmet og antatt overgang til fastere lag.

Videre er vist en sammenstilling av målt udrenert skjærstyrke ved vingeboringene og ved de tidligere utførte konusforsøk på opptatte prøver.

Profilet er tegnet på grunnlag av kartet samt nivellement av de tidligere borpunkter.

3. RESULTATER.

De supplerende undersøkelser bekrefter de tidligere registrerte meget lave skjærstyrkeverdier i øvre del av leirlaget.

Udrenert skjærstyrke er ved vingeboringene målt til omkring 10 kN/m^2 i dybde 2,5 - 4,0 meter, jevnt økende til omkring 24 kN/m^2 i dybde 12 meter under terreng, ved avslutning av vingeboringene. Vingeboringene viser noe mindre sensitiv leire enn målt ved konusforsøk på opptatte prøver, men det har også tidligere vist seg at vingeboringer kan gi noe for høye verdier i omrørt materiale, og prøvene må derfor ansees for mest representative.

At prøvene i mindre grad enn vingeboringene viser økende skjærstyrke med dybden, antas i noen grad å skyldes vanskeligheter med å få opp fullstendig uforstyrrede prøver fra denne sensitive og noe lagdelte leire.

Vi vil derfor legge størst vekt på vingeborresultatene når det gjelder skjærstyrken i ufor-

styrret tilstand, men konusverdiene når det gjelder styrke i omrørt tilstand.

For mer fullstendig beskrivelse av grunnforholdene og resultater fra den orienterende undersøkelsen, vises til vår rapport o.3194 datert 8. februar 1980, avsnitt 4, "Terreng- og grunnforhold" og bilagene 1 - 10.

4. FUNDAMENTERINGSVURDERING.

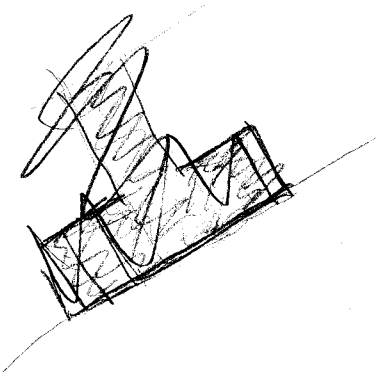
Som redegjort for i rapport o.3194 er det ugunstige grunnforhold på tomten, med hensyn til bæreevne så vel som setninger, og også med hensyn til utgravning.

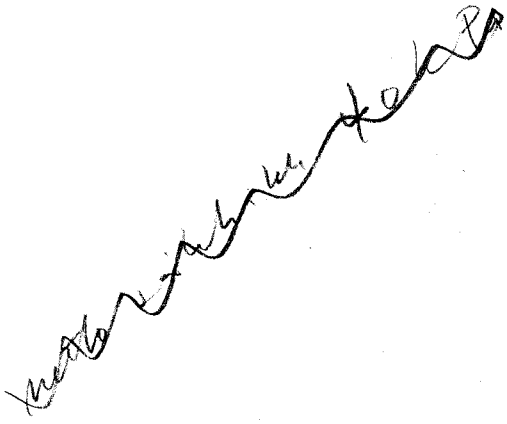
Alternativene for fundamentering vil være:

1) Fundamentering på peler (spissbærende),
eller 2) Direkte fundamentering på banketter, evt. på hel bunnplate.

1) Fundamentering på peler.

De sonderinger som er ført dypest har nådd tydelig fastere masser i dybder varierende mellom ca. 15 meter under terreng (lengst sør) og 17 - 20 meter under terreng (midtre og nordre del). Det er ikke tatt opp prøver som påviser hva disse fastere massene består av. Det er sannsynlig at dette er bunnmorene, og at fjell kan ligge i nivå noe under boredybdene, men dette må evt. kontrolleres. Både hvis pelene kan føres til fjell og hvis de kan rammes tilstrekkelig inn i fast morene, kan pelene utnyttes som spissbærende peler opp til pelematerialets kapasitet.





Teknisk sett vil fundamentering på spissbærende peler være den sikreste og gunstigste løsning, idet en oppnår et setningsfritt bygg selv om bygget gir betydelige og ujevnt fordelte tilleggslaster. Det bør imidlertid da benyttes peler under alle delene av nybygget. Peling vil bety en merkostnad, selv om betong og armering i fundamenter samt graving kan reduseres. Denne løsning vil også gi minst risiko for skadelige eller sjenerende differanser i overgangen mellom bestående og nytt bygg.

For kostnadsoverslag bør en kunne gå ut fra at pelene skal rammes til fjell eller faste lag ved dybder som foran nevnt, 15 - 20 meter under terreng. Før utførelse forutsettes dette kontrollert, likeledes må det settes opp kriterier for ramming og kontroll o.l.

2) Direkte fundamentering på banketter.

a) Bæreevne.

Ved fundamentering i leire er det vanlig praksis å bestemme tillatt såletrykk på grunnlag av leiras udrenerte skjærstyrke, s_u. Med så bløt leire som her, fører s_u-analysen til at det ikke bør anvendes høyere netto såletrykk enn ca. 40 kPa i bruddgrensetilstanden, eller brutto såletrykk ca. 55 - 80 kPa i bruddgrensetilstand, avhengig av fundamentets dybde under laveste inntil-liggende terreng eller gulv. I brutto såletrykk inkluderes vekt av selve fundamentet og overliggende jord.

Ifølge fremskaffede opplysninger synes det som om det for bestående bygg ved Lærerskolen har vært anvendt et tillatt såletrykk i bruksgrensetilstand

$\bar{\sigma}_v =$

4 ganger høyere

på inntil 70 - 80 kPa, altså en del høyere. Det er imidlertid også ting ved beregningene for dette som kan tyde på at det har oppstått visse problemer ved utførelsen, idet enkelte fundamenter synes å ha blitt endret eller om-dimensjonert. En skal også være oppmerksom på at fundamentene i slike bygg dimensjoneres for en nyttelast som det kan være tvilsomt om noen gang har opptrådt med sin fulle verdi.

Disse forhold til tross synes det som om opptredende såletrykk for det nåværende bygg ligger høyere enn det s_u-analysen fører til som tillatt såletrykk.

I senere tid har det bl.a. i offshore-sammenheng vært anvendt effektivspenningsanalyse for bæreevnebestemmelse også på leire. En prøver da å ta hensyn til at bare nyttelasten påføres hurtig under udrenerte betingelser og gir poreovertrykk, mens egenlasten er permanent og påføres langsommere slik at poreovertrykk fra denne del av lasten vil være helt eller delvis utdrenert når nyttelasten kommer på. Tillatt brutto såletrykk kan da uttrykkes (iflg. N. Janbu):

$$\boxed{\bar{\sigma}_v = N_q (p' + a) + \tfrac{1}{2} N_\gamma \cdot \gamma' \cdot B_o - N_u \cdot \Delta u_b - a}$$

Her er N_q, N_γ og N_u bæreevnefaktorer for henholdsvis skjærstyrke, romvektsledd og poreovertrykk. Det ligger en viss usikkerhet i beregning eller antagelse av poreovertrykk Δu_b ved fundamentunderkant. Tillatt såletrykk blir etter denne beregning avhengig av totallast og nyttelast-andel på fundamentene og av deres dybde, foruten av jordartens skjærstyrkeparametre. Såletrykket kan derfor ikke angis som en konstant verdi med generell gyldighet for et bygg. For undervisningsfløyen gir denne be-

$\overline{\sigma}_v'$

355 / 4

regningsmåten følgende resultat:

Akse:	Totallast:	g/p:	Forutsatt fund.dybde:	Beregnet bankettbredde:
E	184 kN/m	2,65	Min. 1,0 m	3,0 m 61,33
G	355 kN/m	2,49	Min. 1,0 m	~~4,0 m~~ 88,75 kN/m
J	255 kN/m	2,33	Min. 1,0 m	3,6 m 70,83

For dimensjonering og armering av selve fundamentene vil det være litt på den sikre siden å regne reaksjonstrykket jevnt fordelt over fundamentbredden.

Tilsvarende beregning vil måtte gjennomføres for hvert enkelt fundament i bygget.

b) Setninger.

Det opplyses at det i nåværende bygg ikke er registrert store skader eller ulemper som følge av setninger. Utgravd kjeller vil imidlertid stort sett kompensere for vekten av et slikt bygg, slik at netto tilleggsspenning begrenses til en mindre sone like under fundamentene. For bygg med kjeller er det derfor rimelig at setningene blir relativt små.

Undervisningsfløyen er ikke forutsatt utført med kjeller. Dersom det ikke graves ut for kjeller, kommer hele bygget som tilleggslast. Dette gir store setninger, og da adskillig større for banketten i akse G enn i de lettere belastede ytterbankettene. Beregnede totale setninger blir 16 - 17 cm i akse G, og 10 cm i akse E. Både de totale setninger og differansesetningene vil således beregningsmessig bli så store at det vil være en uakseptabel risiko for skader på bygget.

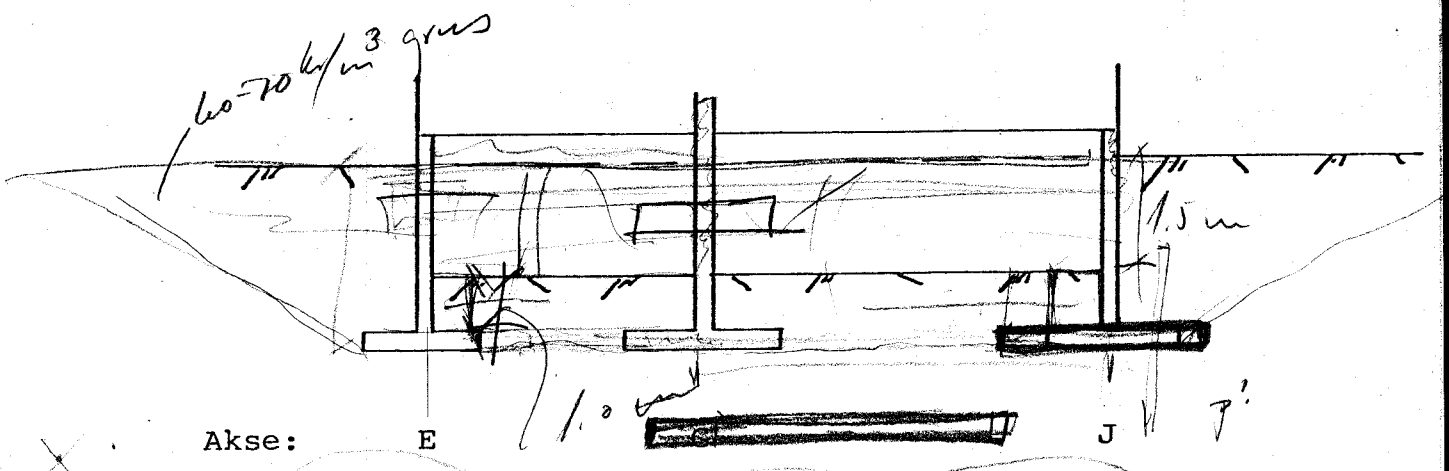
1.5 under

0.5 avlastning

2 m under via

Med utgravning for kjeller under UV-fløyen og fundamentering på hel bunnplate 2 - 2,5 meter under nåværende terreng oppnås kompensert fundamentering (ingen resulterende tilleggslast), og ubetydelige eller meget små setninger.

Hvis fløyen skal fundamenteres på vanlige banketter, må fundamentene som nevnt ha min. 1,0 meter dykking for at de foran beregnede fundamentbredder skal kunne opprettholdes. Samtidig må gravedybden begrenses for ikke å få grunnbrudd ved utgravningen, til maksimalt ca. 2,5 meter. Det kan derfor oppnås en avlastning på ca. 1,5 meter for å redusere tilleggslast og setninger. Med uendrede forutsetninger for øvrig gir denne situasjon følgende beregnede setninger:



δ : 7 cm 6 cm 10 cm

Avlastning ved utgravning vil således redusere og utjevne setningene betydelig, men de beregnede setninger i denne fløyen er fortsatt av en størrelse som en helst vil unngå i bygg av denne art.

For svømmehall-delen er det varierende lastforhold og litt uoversiktlige setningsforhold, samtidig som differansesetninger formodentlig er spesielt skadelige og uønskede i denne delen. Setningene ventes å bli av tilnærmet samme størrelse som angitt foran for UV-fløyen, men er ikke forsøkt detaljert beregnet for hvert enkelt fundament.

For gymnastikkfløyen vil oppfyllingen for gulv på grunnen gi betydelig tilleggslast hvis den utføres med vanlig masse, grus eller tilsvarende. Langtidssetninger mellom 10 og 15 cm kan her ikke utelukkes. Det vil redusere setningene betydelig hvis oppfyllingen utføres med lette masser, hvor lettbetong eller lettbetongavfall antas mest aktuelt, men skumplast ville være mest effektivt.

5. KONKLUSJON.

Direkte fundamentering på vanlige banketter uten avlastning i form av utgravning gir beregningsmessig store og ujevne setninger, særlig for undervisningsfløyen, og en klar risiko for skader.

Utgravning for kjeller og fundamentering på hel bunnplate vil gi bare små setninger, neppe skadevoldende eller sjenerende.

Delvis utgravning i undervisningsfløyen, og lette fyllmasser under gulv i gymnastikkfløyen, gir en betydelig setningsreduksjon og -utjevning, men

fortsatt beregnede setninger av en størrelse som kan medføre sprekker og ulemper.

I forhold til direkte fundamentering vil pelefundamentering nok bety en merkostnad, men er den klart sikreste fundamenteringsmåte. Vi har ikke sikre tall for merkostnaden, men er av den oppfatning at setningsfri fundamentering på spissbærende peler vil bety en kvalitetsbedring som gjør merinvesteringen berettiget.

Vi forutsetter å bearbeide den løsning som velges noe mer detaljert, og står også for øvrig gjerne til tjeneste med bistand i saken.

OTTAR KUMMENEJE

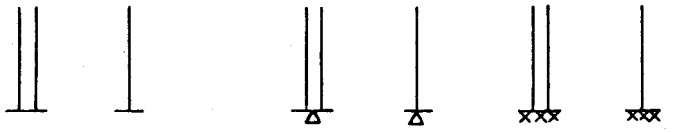
Jarle Th. Nestvold

Harald R. Jensen

M A R K U N D E R S Ø K E L S E R.

Sonderinger utføres for å få en orientering om grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt fjell eller annen fast grunn.

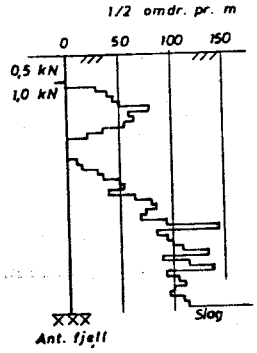
AVSLUTNING AV BORING (GJELDER ALLE SONDERINGS-TYPER).



Boring avsluttet (årsak ikke angitt) — Antatt sten, morene, sand e.l. — Antatt fjell

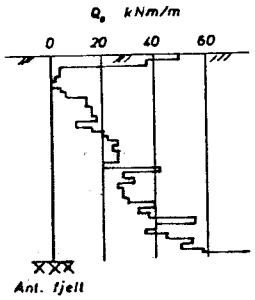
Boret i antatt fjell. (Hvis overgangen er ukjent, settes spørsmålstegn.) — Boret i fjell og kjerne opptatt.

● Dreiesondering
utføres med 22 mm stålstenger med glatte skjøter påsatt en 200 mm lang spiss av firkantstål som er tilspisset i enden og vridd en omdreining.
Boret belastes med inntil 1 kN og hvis det ikke synker for denne last, dreies det ned med motor eller for hånd. Antall halve omdreininger pr. 20 cm synkning noteres. Ved opptegninger vises antall halve omdreininger pr. meter synkning grafisk med dybden i borhullet og belastningen angis til venstre for borhullet.



○ Enkel sondering
består av slagboring med lett fjellboremaskin eller spyleboring til fast grunn eller fjell. Ved slagboring med en spesiell spiss kan nedsynkningshastigheten registeres som funksjon av dybden som uttrykk for boremotstanden. Myrdybden bestemmes ved hjelp av en lett myrdybdeprøvetaker som presses ned til antatt myrbunn hvor prøve tas for kontroll.

▼ Ramsondering
utføres med 32 mm stålstenger med glatte skjøter og en normert spiss. Boret rammes ned i grunnen av et falllodd med vekt 0,635 kN og konstant fallhøyde 0,6 m. Motstanden mot nedramming registreres ved antall slag pr. 20 cm synkning.



Rammemotstanden

$$Q_o = \frac{\text{Loddvekt x fallhøyde}}{\text{synkning pr. slag}} \text{ (kNm/m) angis i}$$

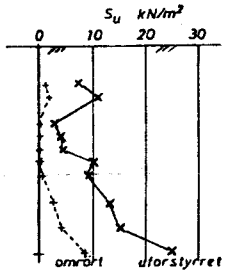
diagram som funksjon av dybden.

✿ Fjellkontrollboring
utføres med 32 mm stenger med muffeskjøter og hardmetallkrone nederst. Boret drives av en tung trykkluftdrevet borhammer under spyling med vann av høyt trykk. Når fjell er nådd, bores noe ned i fjellet, vanligvis ca. 3 meter, under registrering av borsynk for sikker påvisning.

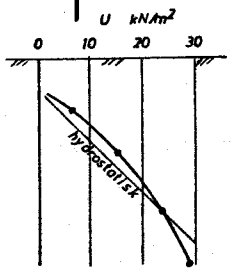
◎ Prøvetaking
utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper.
Uforstyrrede prøver tas opp med NGI's 54 mm stempelprøvetaker. Prøvene skjæres ut med tynnveggede stålsylindre med innvendig diameter 54 mm og lengde 80 cm (evt. 40 cm). Prøvene forsegles i begge ender for å hindre uttørking før de åpnes i laboratoriet.

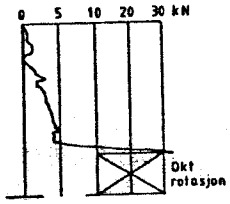
Representative prøver tas med forskjellige typer støtbor- og ram-prøvetaker, ved sandpumpe i nedspylte eller nedrammede foringsrør, av oppspylt materiale ved nedspyling av foringsrør og ved skovlboring i de øvre lag. Slike prøver tas hvor grunnen ikke egner seg for vanlig sylinderprøvetaker og hvor slike prøver tilfredsstiller formålet.

+ Vingeboring
bestemmer udrenert skjærstyrke (s_u) av leire direkte i marken (in situ).
Måling utføres ved at et vingekors, som er presset ned i grunnen, dreies rundt med bestemt jevn hastighet til brudd i leira. Maksimalt dreiemoment gir grunnlag for å beregne leiras udrenerte skjærstyrke, som også måles i omrørt tilstand etter brudd.



⊖ Porevanntrykket
i grunnen måles med et piezometer. Dette består av et sylinderisk filter av sintrert bronse som trykkes eller rammes ned til ønsket dybde ved hjelp av rør. Vanntrykket ved filteret registreres enten hydraulisk som stigehøyden i en plastslange inne i røret (ved overtrykk påsettes manometer over terreng) eller elektronisk ved hjelp av en direkte trykkmåler innenfor filtret.



⊖ Grunnvannstanden observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

⊖ Dreietrykksondering
utføres med 36 mm glatte skjøtbare stålstenger påsatt en normert spiss. Borstangen trykkes ned med konstant hastighet 3 m/min. og konstant rotasjon 25 omdr./min. Sonderingsmotstanden registreres som den til en hver tid nødvendige nedpresningskraft for å holde normert nedtrengningshastighet. Når motstanden øker slik at normert nedtrengningshastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjonshastigheten. Dette anføres i diagrammet.